



ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA INFLUENCIA DE LA CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA EN EL DESARROLLO DE LESIÓN RENAL AGUDA

TRABAJO FIN DE GRADO CURSO 2016-2017

AUTORA: LUCÍA ARROYO OLMEDO

**TUTORES: DRA. MARÍA HEREDIA RODRÍGUEZ
DR. EDUARDO TAMAYO GÓMEZ**

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

La lesión renal aguda (LRA) es una complicación frecuentemente asociada a la cirugía cardíaca. Se han identificado diversos factores de riesgo, sin embargo su mecanismo fisiopatológico aún no es bien conocido. Parece pueda deberse a una interacción multifactorial, entre los que podrían estar incluidos factores asociados a la circulación extracorpórea (CEC). El objetivo principal de este estudio fue determinar la influencia de la CEC sobre el desarrollo de LRA.

MATERIAL Y MÉTODO

Tras la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica se llevó a cabo un estudio observacional retrospectivo con 201 pacientes operados de cirugía valvular cardíaca con circulación extracorpórea durante el año 2015 en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Se recogieron datos preoperatorios, durante la circulación extracorpórea, y postoperatorios, y se determinó el desarrollo de lesión renal en las primeras 24 horas del ingreso. Mediante regresión logística por pasos hacia delante se buscaron las variables preoperatorias y/o obtenidas durante la circulación extracorpórea que influían de forma independiente en el desarrollo de LRA. Mediante una curva COR, se analizó la capacidad predictiva de LRA del modelo multivariante obtenido.

RESULTADOS

El 30,35% de los pacientes desarrollaron LRA en el postoperatorio. Éstos eran de mayor edad ($p \leq 0,002$), tenían mayor comorbilidad, puntuación del Euroscore II ($p \leq 0,046$) y duración de la CEC ($p \leq 0,021$) y de clampaje aórtico total ($p \leq 0,040$). La afectación tricuspídea y el Euroscore II resultaron ser factores de riesgo independientes de desarrollo de LRA en las primeras 24 horas del postoperatorio inmediato y, considerados conjuntamente, buenos para predecir LRA postoperatoria [AUC 0,762 (IC 95% 0,695-0,829)].

CONCLUSIÓN

Este estudio no ha sido capaz de demostrar una influencia de la CEC en el desarrollo de LRA postoperatoria.

INTRODUCCIÓN

La lesión renal aguda es una complicación frecuente en el postoperatorio de cirugía cardíaca, hasta tal punto que se ha creado una sigla para definirla en este contexto: CSA-AKI (Cardiac, Surgery Associated- Acute Kidney Injury). Su incidencia oscila entre el 5,6% ¹ y el 54% ² según los estudios y definiciones utilizadas, y su mortalidad es del 60%. ³ Además se asocia a una mayor morbilidad postoperatoria, como infecciones, infarto agudo de miocardio, sangrado, etc y a una mayor estancia hospitalaria, y gasto sanitario. ⁴

Se han identificado diversos factores de riesgo de desarrollar CSA-AKI, como el sexo femenino, antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), diabetes mellitus, enfermedad vascular periférica, insuficiencia renal previa, insuficiencia cardíaca congestiva, fracción de eyección del ventrículo izquierdo <35%, cirugía de urgencias, shock cardiogénico que requiera colocación de balón de contrapulsación aórtico, enfermedad del tronco principal de la arteria coronaria izquierda, duración del by-pass cardiopulmonar, duración del tiempo de clampaje aórtico y cirugía valvular, etc, cada uno lo más probable, relacionado con distintos modos lesionales. ⁵

El mecanismo fisiopatológico de la CSA-AKI, aún no es bien conocido, parece pueda deberse a una interacción multifactorial de factores hemodinámicos, inflamatorios y daño directo sobre las células renales, surgidos por la cirugía en sí misma, por el fallo cardíaco, o por la circulación extracorpórea. ⁶

La circulación extracorpórea (CEC) es un sistema artificial de soporte hemodinámico y ventilatorio temporal del organismo durante la parada cardíaca necesaria para realizar muchas de estas intervenciones. Está constituida por un oxigenador, que sustituye la función de los pulmones, una bomba, que sustituye la función del corazón y un sistema de catéteres. Secundario al contacto con el material extraño, y al sistema de bombeo, sucede con gran frecuencia un estado de inflamación generalizada, denominado SRIS, que junto con el mecanismo de perfusión, distinto del fisiológico (flujo continuo o pulsátil con PAS y PAD casi iguales), podrían determinar una alteración tisular y lesión de los distintos órganos. ⁷

Teniendo en cuenta estos datos, nos gustaría estudiar el efecto de factores de la CEC que intervengan en el desarrollo de lesión renal aguda.

OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es determinar el impacto de la CEC sobre el desarrollo de lesión renal aguda (LRA).

Los objetivos secundarios son describir las características clínicas de los pacientes que desarrollan LRA después de cirugía cardíaca con CEC, describir la frecuencia de presentación de LRA después de cirugía cardíaca con CEC y determinar factores de riesgo independientes de LRA después de una cirugía cardíaca con CEC.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO DEL ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Con la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica, se llevó a cabo un estudio observacional, retrospectivo con 201 personas operadas de cirugía valvular cardíaca (recambio o reparación) con circulación extracorpórea, a lo largo del año 2015, en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

Fueron criterios de exclusión ser menor de 18 años, la muerte intraoperatoria o en las primeras 24 horas del postoperatorio, el trasplante cardíaco y la infección preoperatoria.

DATOS CLÍNICOS Y DE LABORATORIO

Se recogieron los datos demográficos y clínicos preoperatorios de la muestra, los peores parámetros hemodinámicos y de laboratorio, obtenidos durante el tiempo de circulación extracorpórea y durante las primeras 24 horas de estancia en reanimación, después de la cirugía. También se recogieron los datos referentes a tiempo de circulación extracorpórea, tiempo de pinzamiento aórtico completo (tiempo de isquemia), día de ingreso en el hospital, de

intervención quirúrgica, de ingreso en la Unidad de Reanimación y de alta hospitalaria.

DEFINICIÓN DE LESIÓN RENAL AGUDA (LRA)

Para definir LRA se han utilizado los criterios RIFLE,⁸ usando como criterio para definir lesión renal aguda una disminución del aclaramiento de creatinina mayor del 25% en las primeras 24 horas de ingreso en la Unidad de Reanimación.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los análisis estadísticos se realizaron con SPSS para Windows versión 20.0. y se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando el *p valor* era menor o igual a 0,05.

Se llevó a cabo un análisis univariante, para comparar las variables preoperatorias, de la circulación extracorpórea, y postoperatorias, de aquellos con lesión renal aguda respecto de los que no la desarrollaron. Para las variables continuas se utilizó el test de *t de Student* y para las categóricas el test de *Chi-cuadrado* (X^2) de Pearson.

También se realizó una regresión logística por pasos hacia delante para identificar predictores independientes de CSA-AKI.

Se construyó una curva COR con este modelo de regresión logística, para determinar la capacidad de predecir CSA-AKI.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS PREOPERATORIAS

De los 201 pacientes de la muestra el 30,35% desarrollaron una lesión renal aguda postoperatoria. Los que la desarrollaron eran de mayor edad ($p \leq 0,002$), y previo a la cirugía tenían con más frecuencia dislipemia ($p \leq 0,037$), fibrilación auricular ($p \leq 0,005$), accidentes isquémicos cerebrales ($p \leq 0,002$),

afectación de la válvula tricúspide ($p \leq 0,034$), y un riesgo mayor de morir calculado por el Euroscore II ⁹ ($p \leq 0,046$), que los que no desarrollaron lesión renal. No hubo diferencias entre ambos grupos en cuanto a la prevalencia de fallo renal crónico ($p \leq 0,151$), ni en el aclaramiento de creatinina ($p \leq 0,825$) (Tabla 1).

Tabla 1: Variables preoperatorias

	Total n=201	NO LRA n=140 (69,65)	LRA n=61 (30,35)	P valor
Sexo, Varón	106 (52,7%)	78 (55,7%)	28 (45,9%)	0,200
Edad (años)	68,91 ± 9,92	67,61 ± 10,45	71,89 ± 7,88	0,002
Peso (Kg)	74,09 ± 13,51	75,08 ± 14,02	71,82 ± 12,05	0,116
Talla (cm)	162,59 ± 9,41	162,83 ± 9,98	162,03 ± 8,00	0,550
Fumador				0,310
No	141 (70,1%)	100 (71,4%)	41 (67,2%)	
Si	19 (9,5%)	15 (10,7%)	4 (6,6%)	
Exfumador	41 (20,4%)	25 (17,9%)	16 (26,2%)	
HTA	170 (84,6%)	117 (83,6%)	53 (86,9%)	0,550
DM	42 (20,9%)	31 (22,1%)	11 (18%)	0,510
Dislipemia	156 (77,6%)	103 (73,6%)	53 (86,9%)	0,037
Fibrilación auricular	72 (35,9%)	40 (28,5%)	32 (52,4%)	0,005
ACV				0,002
No	188 (93,5%)	136 (97,1%)	52 (85,2%)	
AIT	3 (1,5%)	2 (1,4%)	1 (1,6%)	
Ictus	10 (5%)	2 (1,4%)	8 (13,1%)	
Cardiopatía isquémica crónica				0,343
No	187 (93%)	132 (94,3%)	55 (90,2%)	
ICP/Bypass	11 (5,5%)	7 (5%)	4 (6,6%)	
No revascularizada	3 (1,5%)	1 (0,7%)	2 (3,3%)	
Valvulopatía				0,391
Afectación mitral	41 (20,4%)	27 (19,3%)	14 (23,0%)	
Afectación aórtica	101 (50,3%)	77 (55%)	24 (39,4%)	
Doble valvulopatía	53 (26,4%)	32 (22,8%)	21 (34,4%)	
Triple valvulopatía	5 (2,5%)	3 (2,1%)	2 (3,3%)	
Estenosis tricuspídea	1 (0,5%)	1 (0,7%)	0 (0%)	
Afectación tricuspídea	22 (10,9%)	11 (7,9%)	11 (18%)	0,034
Intervención valvular previa	21 (10,5%)	11 (7,8%)	10 (16,4%)	0,097
CF NYHA				0,363
I-II	144 (71,7%)	101 (72,1%)	43 (70,5%)	

III-IV	57 (28,4%)	39 (27,8%)	18 (29,5%)	
FEVI (%)	60,72 ± 7,02	60,81 ± 7,21	60,49 ± 6,60	0,765
Clínica de presentación				0,330
IC	178 (88,6%)	126 (90%)	52 (85,2%)	
Angor	23 (11,4%)	14 (10%)	9 (14,8%)	
Arteriopatía periférica	7 (3,5%)	4 (2,9%)	3 (4,9%)	0,464
Fallo renal crónico	10 (5%)	9 (6,4%)	1 (1,6%)	0,151
Cl Cr (mL/min)	84,66 ± 23,09	84,90 ± 24,35	84,11 ± 20,07	0,825
Euroscore II %	1,69 ± 0,72	1,63 ± 0,74	1,85 ± 0,64	0,046

Los datos se expresan como media ± desviación estándar o como número absoluto y porcentaje. Se consideró significativo $p \leq 0,05$.

HTA, hipertensión arterial; DM, diabetes mellitus; ACV, accidente cerebrovascular; AIT, accidente isquémico transitorio; ICP, intervención coronaria percutánea; CF NYHA, clasificación funcional de la NYHA; FEVI, fracción de eyección del ventrículo izquierdo; IC, insuficiencia cardíaca; Cl Cr, aclaramiento de creatinina.

CARACTERÍSTICAS DE LA CIRUGÍA Y DE LA CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA

De todas las variables recogidas durante la CEC, sólo se observaron diferencias significativas entre los grupos en el tiempo de isquemia ($p \leq 0,040$) y de CEC ($p \leq 0,021$), que fueron más largos en el grupo que desarrolló LRA en las primeras 24 horas del postoperatorio. No hubo diferencias en el tipo de cirugía valvular realizada (Tabla 2).

Tabla 2: Variables intraoperatorias

	Total n=201	NO LRA n=140 (69,65)	LRA n=61 (30,35)	P valor
Tipo de cirugía valvular				0,125
Mitral	42 (20,9%)	28 (19,9%)	14 (23%)	
Aórtica	100 (49,8%)	76 (54,3%)	24 (39,4%)	
Mitral+aórtica	30 (14,9%)	21 (15%)	9 (14,8%)	
Tricúspide	24 (11,9%)	12 (8,5%)	12 (19,7%)	
Mitral + aórtica + tricúspide	5 (2,5%)	3 (2,1%)	2 (3,3%)	
Tº isquemia (min)	79,59 ± 26,65	76,67 ± 23,02	86,30 ± 32,76	0,040
Tº CEC (min)	107,52 ± 33,57	103,16 ± 26,84	117,52 ± 44,06	0,021
PAS (mmHg) (CEC)	86,34 ± 9,30	85,82 ± 9,51	87,54 ± 8,74	0,229
PAD (mmHg) (CEC)	56,14 ± 8,07	55,86 ± 7,91	56,80 ± 8,47	0,446
PAM (mmHg) (CEC)	66,21 ± 7,86	65,85 ± 7,83	67,05 ± 7,91	0,319
Ácido láctico (mMol/L) (CEC)	2,98 ± 1,01	3,00 ± 0,97	2,95 ± 1,12	0,755
PaCO ₂ (mmHg) (CEC)	39,37 ± 4,52	39,46 ± 4,23	39,16 ± 5,15	0,659

PaO ₂ (mmHg) (CEC)	176,88 ± 44,35	173,24 ± 44,58	185,24 ± 43,01	0,078
Balance total (mL) (CEC)	245,70 ± 655,11	265,68 ± 652,99	199,84 ± 663,09	0,514
Diuresis total (mL) (CEC)	680,42 ± 333,25	685,61 ± 334,84	668,52 ± 332,02	0,739

Los datos se expresan como media ± desviación estándar o como número absoluto y porcentaje. Se consideró significativo $p \leq 0,05$.

Tº isquemia, tiempo de clampaje aórtico completo; CEC, circulación extracorpórea; PAS, presión arterial sistólica; PAD, presión arterial diastólica; PAM, presión arterial media; PaO₂, presión arterial de oxígeno; PaCO₂, presión arterial de dióxido de carbono.

CARACTERÍSTICAS DEL POSTOPERATORIO

En el postoperatorio, el grupo que desarrolló LRA tenía concentraciones de CK-MB ($p \leq 0,032$), LDH ($p \leq 0,043$) y ácido láctico ($p \leq 0,025$) más elevados, sin haber diferencias en el porcentaje de personas que obtuvieron concentraciones de ácido láctico mayor de 2 mMol/L. En este mismo grupo fue más veces necesario el uso de catecolaminas ($p \leq 0,004$), peor la función pulmonar [PaO₂/FiO₂ ($p \leq 0,022$)], y más prolongada la estancia en la Unidad de Reanimación ($p \leq 0,001$), que el grupo sin LRA (Tabla 3).

Tabla 3: Variables postoperatorias

	Total n=201	NO LRA n=140 (69,65%)	LRA n=61 (30,35%)	P valor
Cl Cr (mL/min)	79,11 ± 34,37	92,68 ± 30,93	47,98 ± 17,49	0,000
CPK (UI/mL)	610,78 ± 697,90	561,82 ± 557,76	723,15 ± 940,43	0,216
CK-MB (UI/mL)	16,66 ± 24,21	13,39 ± 14,49	24,16 ± 37,22	0,032
GOT (UI/mL)	67,80 ± 230,73	44,14 ± 22,41	122,10 ± 414,71	0,147
Eritrocitos (millones/mm ³)	3,46 ± 0,46	3,48 ± 0,46	3,43 ± 0,47	0,465
Hemoglobina (g/dL)	10,36 ± 1,30	10,42 ± 1,33	10,23 ± 1,22	0,326
Hematocrito (%)	30,07 ± 3,66	30,17 ± 3,64	29,83 ± 3,74	0,546
RDW (%)	14,63 ± 2,15	14,38 ± 1,89	15,20 ± 2,58	0,013
Leucocitos x 10 ³ /mm ³	12,64 ± 4,59	12,25 ± 3,96	13,53 ± 5,73	0,117
Plaquetas x 10 ³ /mm ³	127,33 ± 42,86	126,68 ± 42,98	128,82 ± 42,92	0,746
Ca (mEq/L)	8,19 ± 0,44	8,18 ± 0,43	8,21 ± 0,46	0,715
Mg (mg/dL)	1,81 ± 0,29	1,82 ± 0,27	1,79 ± 0,33	0,569
Na (mEq/L)	137,24 ± 3,15	137,13 ± 3,12	137,48 ± 3,22	0,474
K (mEq/L)	4,07 ± 0,42	3,99 ± 0,38	4,25 ± 0,47	0,000
Cl (mEq/L)	98,79 ± 3,82	98,55 ± 3,93	99,34 ± 3,53	0,175
Bilirrubina total (mg/dL)	1,03 ± 1,01	0,94 ± 0,94	1,23 ± 1,13	0,080

Glucosa (mg/dL)	144,15 ± 32,57	143,58 ± 33,68	145,47 ± 30,09	0,706
LDH (UI/mL)	391,98 ± 309,58	349,19 ± 105,41	490,16 ± 528,82	0,043
PCR (mg/L)	197,66 ± 79,27	199,67 ± 74,56	193,04 ± 89,66	0,587
Procalcitonina (ng/mL)	0,62 ± 1,10	0,51 ± 0,94	0,87 ± 1,38	0,069
Ácido láctico (mMol/L)	1,62 ± 0,92	1,50 ± 0,73	1,88 ± 1,21	0,025
Alteración perfusión (láctico > 2 mMol/L)	67 (33,3%)	42 (30%)	25 (41%)	0,129
Aminas	126 (63,3%)	79 (56,8%)	47 (78,3%)	0,004
PaO ₂ /FiO ₂	260,82 ± 125,11	274,12 ± 128,16	230,02 ± 112,83	0,022
PAM (mmHg)	75,02 ± 11,66	76,01 ± 11,88	72,72 ± 10,87	0,067
Estancia en REA (días)	3,98 ± 3,26	3,31 ± 1,88	5,51 ± 4,88	0,001

Los datos se expresan como media ± desviación estándar o como número absoluto y porcentaje. Se consideró significativo $p \leq 0,05$.

Cl Cr, aclaramiento de creatinina; CPK, creatininfosfoquinasa; CK-MB, creatinquinasa MB; GOT, glutamato-oxalacetato transaminasa; RDW, amplitud de distribución eritrocitaria; Ca, calcio; Mg, magnesio; Na, sodio; K, potasio; Cl, cloro; LDH, lactato deshidrogenasa; PCR, proteína C reactiva; PaO₂/FiO₂, índice de Kirby; PAM, presión arterial media; REA, Unidad de Reanimación.

PREDICTORES DEL DESARROLLO DE LESIÓN RENAL AGUDA

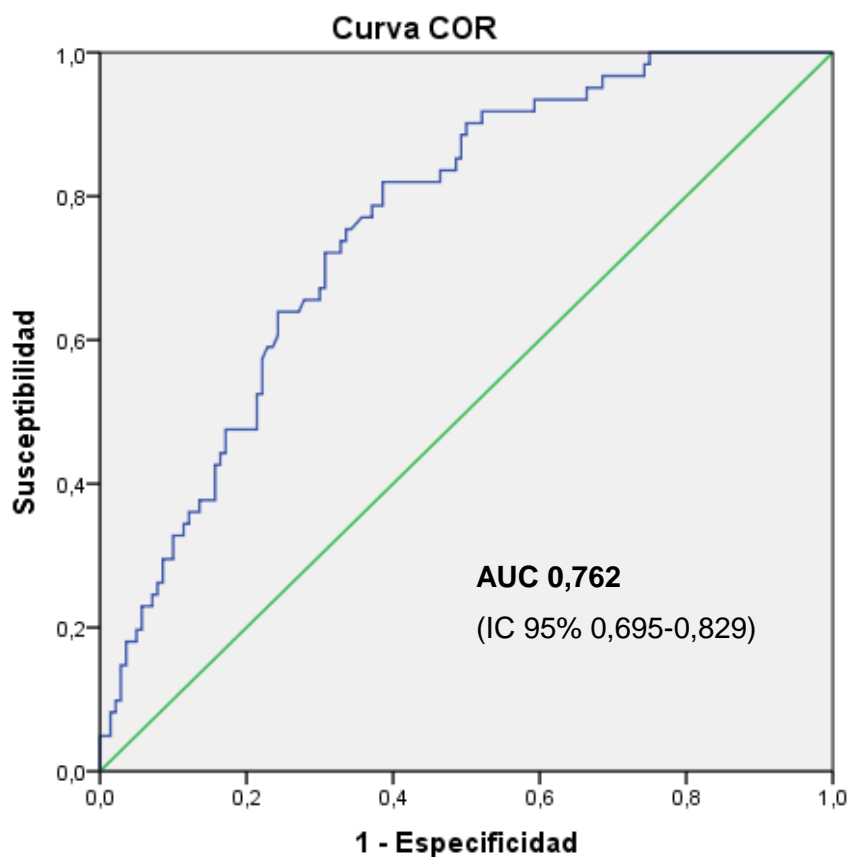
Mediante regresión logística por pasos hacia delante, se analizaron edad, afectación tricuspídea, Euroscore II y tiempo de isquemia en la CEC como posibles variables independientes y lesión renal aguda como dependiente. Se vio que la afectación tricuspídea [OR 3,987 (IC 95% 1,458-10,902)] y el Euroscore II [OR 2,932 (IC 95% 1,593-5,397)] eran variables de riesgo independientes para el desarrollo de lesión renal aguda en el postoperatorio. (tabla 4). Este modelo que tiene en cuenta estas dos variables, tiene una buena capacidad pronóstica de lesión renal en el postoperatorio [AUC 0,762 (IC 95% 0,695-0,829)] (Figura 1).

Tabla 4: Regresión logística por pasos hacia delante.

	OR	IC 95%	P valor
Afectación tricuspídea	3,987	1,458 - 10,902	0,007
Euroscore II	2,932	1,593 - 5,397	0,001

OR: odds ratio. IC 95%: intervalo de confianza al 95%. Se consideró significativo $p \leq 0,05$.

Figura 1: Curva COR del modelo por regresión logística



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

AUC: área bajo la curva. IC 95%: intervalo de confianza al 95%. COR: característica operativa del receptor

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos del estudio han sido: i) el 30,35% de los pacientes desarrollaron una lesión renal aguda en el postoperatorio inmediato de cirugía de válvula cardíaca; ii) la afectación tricuspídea y el Euroscore II preoperatorios, fueron factores de riesgo independientes de desarrollo de LRA, sin embargo iii) no lo fueron las variables recogidas durante la CEC; iv) un modelo que integre afectación tricuspídea y Euroscore II preoperatorios tiene una buena capacidad para predecir LRA en el postoperatorio inmediato en los pacientes operados de válvula cardíaca; v) los pacientes que desarrollaron LRA en el postoperatorio inmediato eran de más edad, con más frecuencia tenían dislipemia y afectación tricuspídea, habían tenido una mayor duración de la

CEC y de clampaje aórtico completo, y en el postoperatorio se habían usado con más frecuencia aminos.

LA LESIÓN RENAL EN EL POSTOPERATORIO DE CIRUGÍA CARDIACA

El rango de incidencias de LRA en el postoperatorio de cirugía cardiaca que se encuentra en la literatura es muy amplio.^{1,2,3,4,5,10}

Chang y colaboradores observaron que el 38,7 % de los operados de una sustitución valvular mitral desarrollaban una LRA en la semana posterior a la cirugía.¹⁰ Esta cifra, superior a la encontrada en este trabajo, pudo ser debida a las características de la muestra. En el estudio de Chang, estaba compuesta exclusivamente por pacientes intervenidos de válvula mitral, a diferencia de la de este trabajo que habían sido intervenidos de válvula mitral, tricuspídea y/o aórtica. La muestra de Chang y colaboradores tenía una mayor prevalencia de fibrilación auricular y mayor grado de fallo cardíaco, probablemente como consecuencia del mal funcionamiento de la válvula mitral antes de la cirugía, y esto ha podido ser la causa de un mayor deterioro de la función renal, por una alteración de la perfusión pre y/o postoperatoria. También el periodo de valoración de desarrollo de LRA fue más largo que el considerado en este estudio, y por tanto pudo haber más factores implicados en el deterioro renal.

Kertai y colaboradores encuentran incidencias aún mayores, del 54%.² La muestra que estudian es de pacientes intervenidos de revascularización coronaria. La mayor alteración de la función miocárdica en el postoperatorio que presentan los pacientes a los que se les realiza una revascularización miocárdica¹¹ ha podido ser la causa de esta incidencia superior, probablemente por una peor perfusión renal.

Otro motivo de esta rango amplio de incidencias ha podido ser las diferentes definiciones de LRA utilizadas en los trabajos.^{1,2,4}

Nosotros hemos utilizado el criterio de decremento de filtrado glomerular del 25% para definir lesión renal debido a que queríamos detectar todas aquellas circunstancias que hayan podido tener una repercusión negativa sobre el riñón; es decir, queríamos tener un criterio diagnóstico altamente sensible. Según los criterios AKIN¹² el estadio I, es decir disfunción renal ligera, sucede

cuando se observa un incremento de 1,5 mg/dl de creatinina sobre los valores séricos basales. Ese mismo incremento de creatinina en la escala RIFLE ⁸ se equipara con un decremento del 25% del filtrado glomerular, siendo este último criterio el que hemos utilizado nosotros.

AFECTACIÓN TRICUSPÍDEA Y EUROSCORE II, Y LRA POSTOPERATORIA

La afectación tricuspídea preoperatoria y el Euroscore II fueron factores independientes de LRA postoperatoria. Englberger y colaboradores, al igual que en este trabajo observaron que la afectación tricuspídea se relacionaba con el desarrollo de lesión renal en un 30%. ¹³ El Euroscore II también se ha visto como factor de riesgo de desarrollo de lesión renal postoperatoria. ^{5,14}

LA CEC Y DESARROLLO DE LRA POSTOPERATORIA

En este trabajo las características de la CEC no se ha visto que se relacionen con el desarrollo de LRA postoperatoria, sin embargo no coincide con lo observado por Reyes-Flandes y colaboradores, que sí observaron una relación entre los niveles de ácido láctico obtenidos durante la CEC y la duración de esta, con el desarrollo de LRA en pacientes pediátricos. ¹⁵ El motivo de esta diferencia podría deberse al diferente criterio utilizado para la definición de lesión renal por Reyes-Flandes y colaboradores (descenso del FG 50%), menos sensible que el nuestro, y al mayor tiempo establecido para hacer el diagnóstico de lesión renal (72 horas).

MODELOS PARA PREDECIR LRA EN EL POSTOPERAOTRIO DE CIRUGÍA CARDIACA

Un modelo que tenga en cuenta la presencia/ausencia de afectación preoperatoria de la válvula tricúspide, y los valores del Euroscore II es bueno para predecir el desarrollo de LRA postoperatoria.

Se han creado diferentes escalas o modelos para predecir lesión renal aguda en el postoperatoria de cirugía cardiaca. La escala CRATE, ⁴ a través de cuatro variables (creatinina postoperatoria, ácido láctico postoperatorio,

tiempo total de cirugía extracorpórea y Euroscore) es capaz de predecir el desarrollo de lesión renal. Para realizar este modelo no tuvieron en cuenta, en la recogida de datos, el estado de la válvula tricúspide previo a la cirugía, por lo que no pudieron observar las diferencias, respecto a esta variable, entre los que desarrollaron y no LRA postoperatoria. Este ha podido ser un motivo de la ausencia de valoración de este dato para la realización de la escala. Sin embargo, sí que tienen en cuenta la puntuación del Euroscore II para predecir LRA.

Otras escalas, la de Pannu y colaboradores ¹⁶ y la de Thakar y colaboradores, ¹⁷ utilizan 7 y 9 variables respectivamente para predecir lesión renal en el postoperatorio de cirugía cardíaca. Ambas escalas, aunque no introducen la variable Euroscore II como tal, si incluyen otras que son necesarias tener en cuenta para la puntuación del Euroscore II; por todo esto, podría pensarse, el Euroscore II puede ser un dato importante a tener en cuenta para predecir LRA en el postoperatorio de cirugía cardíaca.

CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO QUE DESARROLLA LRA

Los pacientes que desarrollaron LRA eran de más edad que los que no la desarrollaron. La edad se ha relacionado en otras ocasiones con el desarrollo de fallo renal. Ortega-Loubon y colaboradores identificaron la edad avanzada como uno de los factores preoperatorios que contribuyen en la aparición de LRA. ¹⁸ Esto puede deberse a que la gente mayor es frecuente que tenga una peor funcionalidad cardíaca (mayor riesgo de fallo renal por bajo gasto) y una menor reserva funcional de los diferentes órganos, entre ellos del riñón (con menor masa renal funcionante). ^{3,4,5,13,14}

La dislipemia también era más frecuente en el grupo de LRA. Este dato podría estar en relación con el riesgo aumentado de LRA entre los pacientes con un IMC elevado, ya que frecuentemente estos pacientes padecen síndrome metabólico. ^{16,17}

El tiempo total de CEC y el tiempo de clampaje aórtico completo aunque también fueron más elevados en los pacientes que desarrollaron LRA, ^{5,13,14,15,19,20,21} no han podido demostrar ser factores que influyan de forma

independiente en el desarrollo de LRA. Una de las causas ha podido la gran sensibilidad del criterio utilizado para definir LRA. Sin embargo, el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica que provoca la CEC ^{7,22} y la manera de perfundir los órganos de ésta, distinto del fisiológico, es probable que puedan influir negativamente en la funcionalidad de los distintos órganos. ⁷

El uso de aminos en el postoperatorio inmediato también fue más frecuente en el grupo de pacientes que desarrollaron LRA, pudiéndose explicar porque la hipotensión que indica la necesidad del uso de aminos puede producir un fallo renal prerrenal por hipoperfusión de los riñones. ^{5,14,19,21}

APLICACIÓN DEL ESTUDIO Y FUTUROS TRABAJOS

Saber que existe un riesgo elevado de desarrollar una lesión renal en el postoperatorio inmediato, predicho a través de variables preoperatorias e intraoperatorias, debe ser una señal de alarma que avise de la necesidad de evitar todas aquellas situaciones o actitudes que puedan sumar un daño extra a los riñones a lo largo de todo el periodo perioperatorio (bajo gasto cardíaco, AINES, antibióticos nefrotóxicos, tiempos largos de circulación extracorpórea, etc) y de la necesidad de prestar una vigilancia estrecha a la función renal en el postoperatorio.

En futuros trabajos sería interesante estudiar las variables pre-intra y postoperatorias que hayan podido colaborar al desarrollo de una lesión renal tardía (más allá de las primeras 24 horas), así como el papel que podría tener la mejora de la función cardíaca derecha y el uso de antioxidantes en el desarrollo de LRA postoperatoria. También sería interesante estudiar la influencia de la CEC en el desarrollo de LRA, atendiendo a distintos grados de disfunción.

Diseñar una escala que permita calcular el incremento del riesgo según la puntuación del Euroscore II y el grado de afectación tricuspídea sería útil para poder clasificar a los pacientes como de riesgo alto, intermedio o bajo de desarrollo de LRA.

LIMITACIONES

Es un trabajo preliminar, en el que se incluye un pequeño número de pacientes, para lo que es habitual en estos estudios, por lo que podría no haber salido significativa alguna de las variables del análisis univariante y por ello no haberla introducido en la regresión logística y no aparecer como variable de riesgo independiente.

Como limitación tiene el no haber sido validado en otro medio, otro hospital, para ver que se repiten los resultados, y el ser un estudio retrospectivo, que tiene menos potencia estadística que un prospectivo.

CONCLUSIONES

Este trabajo no ha sido capaz de demostrar una influencia de la CEC en el desarrollo de LRA.

El 30,35% de los pacientes intervenidos de válvulas cardíacas desarrollaron LRA, eran de más edad, y tenían una mayor comorbilidad, puntuación del Euroscore II, duración de la CEC y de tiempo de pinzamiento aórtico completo. La afectación tricuspídea y el Euroscore II resultaron ser factores de riesgo independientes de desarrollo de LRA en las primeras 24 horas del postoperatorio inmediato y, considerados conjuntamente, buenos para predecir LRA postoperatoria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Antunes PE, Prieto D, Ferrao de Oliveira J *et al.* Renal dysfunction after myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25: 597–604.
2. Kertai M, Zhou S, Karhausen J *et al.* Platelet Counts, Acute Kidney Injury, and Mortality After Coronary Artery Bypass Grafting Surgery. *Anesthesiology* 2016; 124(2): 339–52.
3. Su-Young J, Jung Tak P, Young Eun K *et al.* Preoperative Low Serum Bicarbonate Levels Predict Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95(13):e3216.
4. Jorge-Monjas P, Bustamante-Munguira J, Lorenzo M *et al.* Predicting cardiac surgery-associated acute kidney injury: The CRATE score. *J Crit Care* 2016; 31:130-8.
5. Duque-Sosa P, Martínez-Urbistondo D, Echarri G *et al.* Perioperative hemoglobin area under the curve is an independent predictor of renal failure after cardiac surgery. Results from a Spanish multicenter retrospective cohort study. *PLoS ONE* [internet] 2017; 12(2): e0172021. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5321429/pdf/pone.0172021.pdf>
6. Hong-Tao T, Ming-Zhu L, Ming-Jing L *et al.* Sodium bicarbonate in the prevention of cardiac surgery-associated acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2014; 18:517-25.
7. Valenzuela-Flores G, Valenzuela-Flores A, Ortega-Ramírez A *et al.* Alteraciones fisiopatológicas secundarias a circulación extracorpórea en cirugía cardíaca. *Cir Ciruj* 2005; 73: 143-49.
8. Bellomo R, Ronco C, Kellum J *et al.* Acute renal failure- definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care* 2004; 8:204-12.
9. Nashef SA, Roques F, Sharples L *et al.* EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; 41(4): 734-45.

10. Chang CH, Lee CC, Chen SW *et al.* Predicting Acute Kidney Injury Following Mitral Valve Repair. *Int J Med Sci* 2016; 13(1): 19-24.
11. Javierre C, Ricart A, Manez R *et al.* Age and sex differences in perioperative myocardial infarction after cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012; 15 (1): 28-32.
12. Mehta RL, Kellum JA, Shah SV *et al.* Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *CritCare* 2007;11(2):1-8
13. Englberger L, Suri RM, Connolly HM *et al.* Increased risk of acute kidney injury in patients undergoing tricuspid valve surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013; 43(5): 993-9.
14. Song Y, Wook K, Kwak Y *et al.* Urine Output During Cardiopulmonary Bypass Predicts Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery. A Single-Center Retrospective Analysis. *Medicine* [internet] 2016; 95 (22): e3757. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4900713/pdf/medi-95-e3757.pdf>
15. Reyes-Flandes EN, Herrera-Landero A, Bobadilla-González P *et al.* Factores de riesgo asociados a insuficiencia renal aguda postoperatoria en pacientes pediátricos intervenidos de cirugía cardíaca que requirieron de circulación extracorpórea. *Rev Chil Pediatr* 2017; 88 (2): 209-215.
16. Pannu N, Graham M, Klarenbach S *et al.* A new model to predict acute kidney injury requiring renal replacement therapy after cardiac surgery. *CMAJ* 2016; 188 (15): 1076-83.
17. Kristovic D, Horvatic I, Husedzinovic I *et al.* Cardiac surgery-associated acute kidney injury: risk factors analysis and comparison of predicting models. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2015; 21 (3): 366-73.
18. Ortega-Loubon C, Fernández-Molina M, Carrascal-Hinojal Y *et al.* Cardiac surgery-associated acute kidney injury. *Ann Card Anaesth* 2016; 19: 687-98.
19. Amr O, Mahmoud K, Hanoura S *et al.* Acute kidney injury induces high-sensitivity troponin measurement changes after cardiac surgery. *BMC Anesthesiology* 2017; 17: 15-21.

20. Karim H, Yunus M, Saikia M *et al.* Incidence and progression of cardiac surgery-associated acute kidney injury and its relationship with bypass and cross clamp time. *Ann Card Anaesth* 2017; 20 (1): 22-7.
21. Kramer R, Herron C, Groom R *et al.* Acute kidney injury subsequent to cardiac surgery. *JECT* 2015; 47: 16-28.
22. Boehne M, Sasse M, Karch A *et al.* Systemic inflammatory response syndrome after pediatric congenital heart surgery: Incidence, risk factors, and clinical outcome. *J Card Surg* 2017; 32 (2): 116-25.